

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
16 janvier 2003 (16.01.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/004870 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
F03D 11/04, 1/06

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR02/02361

(22) Date de dépôt international : 5 juillet 2002 (05.07.2002)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
01/08977 6 juillet 2001 (06.07.2001) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
**BOUYGUES OFFSHORE** [FR/FR]; 3, rue Stephenson,  
F-78180 Montigny Le Bretonneux (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **RUER, Jacques** [FR/FR]; 44, rue de la République, F-78230 Le Pecq (FR). **COCHE, Edmond** [FR/FR]; 11 rue des Cinq Diamants, F-75013 Paris (FR). **GREGOIRE, Jean-Paul** [FR/FR]; 16 Avenue de Versailles, F-75016 Paris (FR). **PORTENSEIGNE, Christophe** [FR/FR]; 2 rue de la Couperie, F-78650 Beynes (FR). **ROCHER, Xavier** [FR/FR]; 41, rue du Général-Leclerc, F-78400 Chatou (FR).

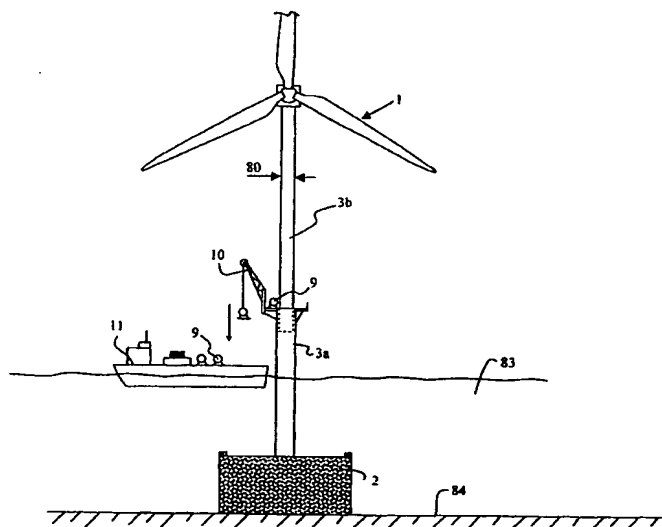
(74) Mandataire : **HERARD, Paul**; C/O Cabinet Beau de Loménie, 232, avenue du Prado, F-13295 Marseille Cedex 8 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OFFSHORE WIND TURBINE AND METHOD FOR MAKING SAME

(54) Titre : EOLIENNE OFFSHORE ET SON PROCEDE DE CONSTRUCTION



(57) Abstract: The invention concerns wind turbines installed on an offshore site, particularly at sea, support structures forming part of the wind turbines, and methods for making and installing said wind turbines. The technical field of the invention is the manufacture, transport and installation of wind turbines producing electric power, more particularly offshore and in large numbers, to form fields of wind turbines. The inventive wind turbine (1) comprises a wind-driven motor (4b, 4c) and a telescopic extensible support or mast supporting the motor, and a gravity base (2) supporting the support or mast.

[Suite sur la page suivante]

WO 03/004870 A1



LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

(57) **Abrégé :** La présente invention est relative aux éoliennes installées au large des côtes, en particulier en mer, aux structures de support faisant partie de ces éoliennes, et au procédé de fabrication et d'installation de ces éoliennes. Le domaine technique de l'invention est celui de la fabrication, du transport et de l'installation d'éoliennes de production d'énergie électrique, plus particulièrement au large des côtes et en grand nombre, pour former des champs d'éoliennes. L'éolienne (1) selon l'invention comporte un moteur à vent (4b, 4c) et un support ou pylône déployable télescopique supportant le moteur, et une embase (2) gravitaire supportant le support ou pylône.

## Eolienne offshore et son procédé de construction

---

La présente invention est relative aux éoliennes installées au large des côtes, en particulier en mer, aux structures de support faisant partie de ces éoliennes, et aux  
5 procédés de fabrication et d'installation de ces éoliennes.

Le domaine technique de l'invention est celui de la fabrication, du transport et de l'installation d'éoliennes de production d'énergie électrique, plus particulièrement d'éoliennes offshore de très grande capacité, destinées à être installées en mer, plus  
10 particulièrement au large des côtes et en grand nombre, pour former des champs d'éoliennes.

Alors que des moteurs à vent terrestres sont construits depuis plusieurs siècles, la construction d'éoliennes en mer est beaucoup plus récente.

Une éolienne moderne, tant terrestre que marine, comporte généralement un  
15 moteur à plusieurs pales et à axe horizontal, ainsi qu'un générateur électrique accouplé au moteur, qui sont fixés à l'extrémité supérieure d'un support allongé verticalement tel qu'un mât ou pylône.

Dans le but de diminuer le coût de l'énergie éolienne et d'augmenter le rendement des générateurs, on fabrique des générateurs de plus en plus puissants que l'on installe  
20 de façon groupée pour former un champ ou ferme éolien(ne).

L'augmentation de la puissance d'un générateur éolien s'accompagne notamment d'une augmentation de sa masse ainsi que de la hauteur de la structure le supportant.

L'invention s'applique particulièrement, c'est-à-dire non limitativement, aux éoliennes comportant un générateur dont la puissance est située dans une plage allant  
25 de 100kw à 10 Mw ; la masse d'un tel générateur peut atteindre ou dépasser 100 ou 200 tonnes ; la longueur d'un pylône supportant ce générateur peut être de l'ordre de 50 à 100 mètres, et la masse du pylône peut être située dans une plage allant de 100 à 500 tonnes ; on comprend donc que la construction de telles éoliennes présente des difficultés.

30 La construction d'éoliennes à terre est en général effectuée à l'aide de moyens de levage conventionnels de type grue, le pylône étant mis en place sur une fondation, la génératrice étant installée ensuite au sommet du pylône. L'installation d'éoliennes terrestres de forte capacité nécessite des grues possédant des flèches de grande longueur, ainsi qu'une capacité de levage considérable. De telles grues sont difficiles à  
35 déplacer et à installer, et nécessitent, pour respecter les gabarits routiers, d'être démontées en plusieurs éléments. A titre d'exemple, une grue de 350 tonnes munie

d'une flèche de 90m nécessite 9 convois dont 4 de format exceptionnel ; de plus, le montage de la grue nécessite plusieurs jours et le démontage en requiert autant.

L'installation d'une éolienne dont l'embase ou fondation est immergée à une profondeur faible - qui est inférieure à 10 mètres d'eau - présente des difficultés supplémentaires, surtout lorsque le site d'installation est distant d'un rivage de quelques kilomètres ; on peut alors utiliser des matériels de levage habituellement utilisés sur terre, que l'on transporte sur le site d'installation et que l'on dispose provisoirement sur des structures reposant au fond de l'eau.

L'installation d'une éolienne en mer plus profonde présente encore des difficultés supplémentaires, même si des pontons-grues présentant des capacités de charge considérables peuvent être utilisés pour l'installation. Cependant, lesdits pontons-grues doivent pouvoir opérer en mer ouverte, ce qui réduit considérablement le nombre d'équipements disponibles et nécessite en général de mobiliser un ponton-grue très loin du site d'installation, ce qui conduit à des coûts rédhibitoires pour la rentabilité des projets. De plus, de tels pontons-grues sont en général réservés de longue date pour les développements de champs pétroliers offshore, les phases critiques d'installation étant en général concentrées exclusivement en période de beau temps, donc en même temps que les périodes souhaitables pour les éoliennes offshore.

Un objectif de l'invention est de faciliter l'installation d'une éolienne sur son site de production, en particulier sur un site immergé.

Un objectif de l'invention est de proposer une éolienne plus simple à installer en mer.

Un objectif de l'invention est de proposer un support de générateur et/ou de moteur d'éolienne, une éolienne, un procédé de transport et un procédé d'installation d'éoliennes, qui soient améliorés et/ou qui remédient, en partie au moins, aux inconvénients des éoliennes et procédé d'installation connus.

Selon un premier aspect de l'invention, le support allongé permettant de solidariser un générateur d'éolienne à une fondation ou embase, comporte deux parties qui, au moins jusqu'à installation de l'éolienne sur un site de production, sont montées mobiles l'une par rapport à l'autre, entre au moins une première position où ledit support présente une configuration ramassée et une première longueur (ou première plus grande dimension longitudinale), et une deuxième position où ledit support présente une configuration dite déployée et une deuxième longueur (deuxième plus grande dimension) dont la valeur est supérieure à celle de ladite première longueur.

Ledit support en configuration ramassée facilite ainsi la fabrication, car la hauteur maximale requise pour les engins de levage est considérablement réduite. Il facilite aussi

le transport de l'éolienne entre un premier site sur lequel est effectué un assemblage de ses principaux constituants, qui peut en particulier être un site terrestre ou un site immergé à faible profondeur, et un deuxième site sur lequel l'éolienne est installée de façon définitive, qui peut en particulier être un site immergé à une profondeur supérieure à celle du premier site ; l'invention facilite également l'érection de l'éolienne sur le deuxième site - de production d'énergie -, qui est obtenue en provoquant sur ce deuxième site un mouvement relatif des parties mobiles du support de façon à faire passer le support de la position ramassée à la position déployée.

De préférence, ledit support déployable comporte des moyens de guidage mutuel desdites parties mobiles, facilitant et guidant leur mouvement de la position ramassée à la position déployée.

De préférence encore, chacune desdites parties du support est de forme allongée, et lesdites parties sont mobiles en translation, par coulissement mutuel, de sorte que l'on obtient un support déployable simple à fabriquer.

Selon un mode encore préféré de réalisation, ledit support comporte (et/ou consiste essentiellement en) un pylône télescopique, le pylône comportant une partie inférieure de forme allongée et une partie supérieure de forme allongée, lesdites parties inférieure et supérieure étant coulissantes l'une par rapport à l'autre, et en partie au moins emboîtées l'une dans l'autre.

De préférence, ledit support ou pylône comporte en outre des moyens d'érection du support ou pylône pour provoquer, en partie au moins, le passage de la position ramassée à la position déployée du support, par déplacement mutuel desdites parties du support.

Ces moyens d'érection peuvent comporter des moyens de traction qui peuvent comporter au moins un câble ou un lien filiforme déformable équivalent, des moyens de solidarisation d'une extrémité du lien à une première desdites parties du support, et des moyens de guidage, d'appui ou d'enroulement dudit lien - tels qu'une poulie ou un treuil - qui sont solidarisés à une deuxième desdites deux parties du support.

Les moyens d'érection peuvent également comporter des moyens de poussée aptes à contribuer au déploiement du support, en particulier des moyens de poussée par actionnement hydraulique.

A cet effet, et selon un mode préféré de réalisation, ladite partie inférieure du support ou pylône comporte un premier corps tubulaire creux étanche obturé par une première paroi transversale étanche, qui est de préférence située au voisinage de l'extrémité inférieure de ladite partie inférieure ; en outre, ce corps tubulaire est de forme et dimensions adaptées pour qu'une portion inférieure au moins de ladite partie

supérieure du support ou pylône puisse coulisser à l'intérieur dudit corps ; ladite partie supérieure du support ou pylône comporte un deuxième corps tubulaire, de préférence creux, également étanche et également obturé par une deuxième paroi étanche ; ledit premier corps tubulaire délimite ainsi une cavité allongée de préférence cylindrique ou tronconique ; ledit premier corps est en outre muni de moyen d'introduction d'un fluide ou d'une pâte dans ladite cavité recevant ledit deuxième corps tubulaire étanche, et est disposé sensiblement verticalement ; ledit fluide peut être essentiellement constitué par de l'eau prélevée sur le site d'installation de l'éolienne ; en remplissant ladite cavité dudit fluide ou pâte, ledit deuxième corps est alors soumis à une force verticale ascendante résultant de la poussée (d'Archimède) exercée par le fluide sur ses parois, qui peut contribuer à son déplacement par rapport au premier corps et par conséquent au déploiement du support ou pylône ; à cet effet, il est intéressant d'utiliser une pâte ou un fluide de masse volumique plus élevée que celle de l'eau, tel(le) que de la baryte, du coulis de ciment...

Ledit deuxième corps tubulaire de ladite partie supérieure du support ou pylône est de préférence creux, car il comporte avantageusement un escalier interne d'accès à la plateforme supérieure de la génératrice, ainsi que l'essentiel des équipements électriques de contrôle de l'éolienne.

Alternativement ou en complément de ces moyens de poussée hydraulique passive (poussée d'Archimède), lesdits moyens de poussée peuvent comporter des moyens pour introduire un fluide moteur (ou pâte motrice) sous pression dans ladite cavité, ainsi que des moyens d'étanchéité permettant d'empêcher ou limiter une fuite dudit fluide moteur par passage dans l'espace annulaire résiduel existant entre la face interne de la paroi dudit premier corps et la face externe de la paroi dudit deuxième corps ; ceci permet d'utiliser ledit premier corps comme un cylindre d'un vérin, et d'utiliser une partie dudit deuxième corps comme un piston dudit vérin : la pression exercée par ledit fluide moteur présent dans ladite cavité, sur des parois dudit deuxième corps, provoque le coulisement du deuxième corps à l'intérieur du premier corps, et permet ainsi de déployer ledit support ou pylône.

De préférence, la hauteur (ou longueur) dudit premier corps tubulaire et le diamètre (ou plus grande dimension transversale) du premier corps sont respectivement supérieurs à la hauteur et au diamètre du deuxième corps, de sorte qu'en position ramassée, ledit deuxième corps peut s'escamoter en grande partie à l'intérieur du premier corps.

De préférence, ledit support ou pylône est essentiellement métallique, étant obtenu par assemblage bout à bout de plusieurs tronçons cylindriques réalisés par roulage et soudage de tôle d'acier.

L'invention s'applique en particulier aux éoliennes comportant une fondation ou embase réalisée à partir de granulats, en particulier une fondation ou embase creuse, étanche et compartimentée, réalisée en partie au moins en béton.

Dans ce cas, la partie inférieure du support ou pylône est ancrée dans la fondation  
5 afin d'obtenir une liaison par encastrement de ces éléments.

Selon un autre aspect, l'invention réside en un procédé de construction d'une éolienne comportant un moteur à vent et un générateur, un support ou pylône télescopique supportant le moteur et/ou le générateur, et une embase supportant le support ou pylône, qui comporte les opérations suivantes :

- 10 - on construit l'embase,
- on solidarise une partie inférieure du support ou pylône à l'embase,
- on emboîte au moins une partie supérieure du support ou pylône supportant le moteur et/ou le générateur dans ladite partie inférieure de façon à ce que le support ou pylône présente une configuration ramassée, puis :
- 15 - on déplace l'embase et le support ou pylône jusqu'à atteindre un site d'installation de l'éolienne, puis :
  - on installe l'embase en position définitive,
  - on déploie le support ou pylône en utilisant des moyens d'érection solidaires et/ou en partie incorporés au support ou pylône, en particulier ceux définis ci-avant.

20 Selon un autre aspect, l'invention consiste à utiliser une composition fluide ou pâteuse pour déployer un support d'éolienne, en particulier un support défini ci-avant.

De préférence ladite composition est choisie parmi le groupe de compositions consistant en une composition comportant de l'eau de mer, une composition comportant du ciment, une composition comportant de la baryte, et ladite composition est introduite  
25 sous pression dans ledit support ou pylône d'éolienne.

L'invention permet d'éviter l'usage, sur le site de production (d'installation de l'éolienne), de moyens de levage de grande capacité.

Selon un mode de mise en œuvre préférée, le déplacement de l'embase solidaire du support ou pylône s'effectue en partie au moins par voie maritime, par poussée ou  
30 traction de l'embase qui est en partie au moins immergée ; à cet effet, on utilise de préférence des flotteurs solidaires de l'embase et/ou du support ou pylône, qui contribuent à la flottabilité de l'ensemble et qui sont en partie au moins désolidarisés de l'éolienne, une fois celle-ci en place.

L'invention s'applique particulièrement à la construction d'éoliennes sur un site  
35 immergé où la profondeur d'eau est au moins égale à 10 mètres, et peut atteindre 50 ou 100 mètres ; dans ce cas notamment, lorsque l'embase solidaire du support ou pylône a

été déplacée jusqu'à la verticale du site d'implantation de l'éolienne, on provoque une diminution de la flottabilité de l'ensemble de façon à immerger progressivement l'embase et une partie au moins de la partie inférieure du support ou pylône, et on déploie progressivement le support ou pylône ; durant ces opérations, certains desdits flotteurs  
5 sont de préférence utilisés pour diminuer la flottabilité et permettre l'immersion ; à cet effet, ils sont désolidarisés de l'embase et/ou du support ou pylône, ou bien ils sont progressivement neutralisés par remplissage d'eau par exemple ; certains autres desdits flotteurs sont de préférence utilisés pour guider et/ou contrôler l'immersion de la structure (embase et support ou pylône) ; à cet effet, on peut le cas échéant faire varier la longueur  
10 de la liaison qui les solidarise à cette structure.

Bien que l'embase puisse être maintenue immergée au-dessus du fond des eaux (embase « flottante »), l'invention s'applique particulièrement au cas où l'embase est immergée jusqu'à reposer sur le fond ; de préférence dans ce cas, elle est alors remplie d'un matériau dense de façon à former une embase gravitaire.

15 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaissent dans la description suivante qui se réfère aux dessins annexés, et qui illustre sans aucun caractère limitatif des modes préférentiels de réalisation de l'invention.

La figure 1 représente, en vue de côté, une éolienne montée sur une embase gravitaire partiellement remplie de lest, en cours de remorquage vers son site  
20 d'installation, le mât télescopique étant rétracté.

Les figures 2 et 3 représentent, en vue de côté, l'éolienne de la figure 1 installée sur site, le pylône télescopique étant respectivement rétracté et déployé en configuration définitive. Sur la figure 3, un navire de travail reçoit les équipements de levage en cours de démontage.

25 La figure 4 représente, en coupe vue de côté, l'utilisation de treuils de levage à tambour et de moyens de guidage de deux parties mutuellement déplaçables du pylône.

La figure 5 représente, en coupe vue de côté, l'utilisation de moyens de levage constitués de treuils linéaires pas à pas, installés sur une partie inférieure de pylône de forme conique (évasée vers le bas).

30 La figure 6 est la vue en coupe transversale (selon VI-VI) de la figure 5, au niveau des organes de guidage mutuel.

La figure 7 représente, en coupe vue de côté, des dispositifs d'étanchéité prévus entre le corps cylindrique d'une partie inférieure de pylône et le corps cylindrique d'une partie supérieure de pylône qui est montée coulissante à l'intérieur de ladite partie  
35 inférieure.

Les figures 8, 9, et 10 illustrent des étapes successives du levage partiel de la



partie supérieure du pylône par la poussée d'Archimède s'appliquant sur une portion inférieure de la partie supérieure du pylône.

La figure 11 représente une variante de réalisation de l'embase gravitaire, comportant des renforts dans la partie inférieure du pylône.

- 5 Les figures 12 et 13 représentent une variante de réalisation de l'embase gravitaire comportant un élément flottant complémentaire provisoire sous la forme d'un batardeau, respectivement en phase de remorquage et en phase finale de ballastage sur site.

- Les figures 1 à 4 représentent en vue de côté une éolienne offshore 1 en cours de mise en place, comportant une embase 2 et un pylône 3 constitué d'une partie inférieure 10 3a encastrée dans ladite embase, et d'une partie supérieure 3b de diamètre externe 80 inférieur au diamètre interne 81 (figure 4) de la partie inférieure 3a. Les deux parties tubulaires 3a et 3b du pylône peuvent coulisser selon leur axe longitudinal commun 82, sensiblement vertical, grâce à un système de guidage similaire à celui représenté figures 5 et 6 ; le pylône télescopique est représenté en position rétractée figures 1, 2 et 8. Au 15 sommet de la partie supérieure 3b du pylône est installé la partie active 4 de l'éolienne comportant une génératrice de courant électrique 4a solidaire du moteur à vent constitué d'un arbre 4b rotatif selon un axe horizontal supportant trois pales 4c.

- La stabilité de l'éolienne lors de son remorquage en mer et de sa mise en place sur le site de production, est le point le plus critique de toute la phase d'installation. En effet, 20 pour éviter que l'ensemble ne chavire, il est impératif, selon les règles de l'art, de maintenir la position du centre de poussée d'Archimède au-dessus du centre de gravité de la structure globale, à une distance de celui-ci qui, selon la règle dite du p-a, doit être supérieure à 1m pour assurer une stabilité acceptable. La règle du p-a étant connue de l'homme de l'art dans le domaine de la construction navale ne sera pas développée plus 25 en détails ici.

- Le maintien du pylône télescopique 3a, 3b en position rétractée permet d'abaisser le centre de gravité de l'éolienne, car non seulement le poids propre de la partie supérieure du pylône 3b se trouve plus près de l'embase 2, mais la charge de tête, constituée de l'éolienne 4 proprement dite, laquelle pèse de l'ordre de 100 à 200 tonnes, 30 se trouve abaissée d'autant.

Bien que la stabilité verticale (avec une valeur convenable du p-a) puisse être obtenue sans recourir à un mât télescopique, les dimensions de l'embase seraient alors considérablement augmentées, ce qui conduirait à un coût rédhibitoire et augmenterait considérablement les difficultés et les risques lors du remorquage de l'éolienne.

- 35 La flottabilité propre de l'embase et la stabilité de l'ensemble est avantageusement augmentée par des flotteurs supplémentaires 5a-5b fixés de préférence dans la partie

haute de l'embase 2, de manière à déplacer le centre de poussée d'Archimède vers le haut, lesdits flotteurs étant rendus solidaires de l'embase 2 au moyen d'attaches 6.

D'une manière similaire, on améliore la stabilité en abaissant le centre de gravité de l'ensemble en chargeant avantageusement la partie basse de l'embase 2 au moyen de  
5 lest 7 constitué de granulats pesants, tels du minerai de fer, du sable ou de tout autre produit dont la densité est largement supérieure à celle de l'eau de mer.

Le sommet 93 de la partie inférieure 3a du pylône est équipé d'une plateforme de travail 8 sur laquelle sont installés plusieurs treuils 9 qui permettent d'effectuer le levage de la partie supérieure 3b du pylône et de l'éolienne proprement dite 4.

10 A titre d'exemple, un ensemble présentant une stabilité suffisante pour le remorquage est constitué de :

- un moteur générateur 4 de 100 tonnes,
- un demi-pylône supérieur 3b de 2.6m de diamètre, de 35 m de longueur en position déployée et pesant 80 tonnes,
- 15 - un demi-pylône inférieur 3a de 3.6m de diamètre, encastré dans l'embase et la traversant intégralement, mesurant 65 m de longueur et pesant 150 tonnes,
- une embase 2 en béton de section transversale de forme circulaire de 22m de diamètre, et de 14m de hauteur, représentant une masse de béton de 2650 tonnes, et une poussée d'Archimède de 4600 tonnes,
- 20 - un lest 7 de 1600 tonnes de sable ou minerai de fer,
- quatre flotteurs 5 de flottabilité unitaire 60 m<sup>3</sup>.

Le p-a résultant est de 1.1 m, donc supérieur à la limite, ce qui rend l'ensemble propre à être remorqué en pleine mer en vue de son installation.

Les figures 1 à 3 représentent schématiquement les étapes d'une installation de  
25 l'éolienne et de son embase 2 à son emplacement définitif selon la séquence suivante :

- on remorque depuis un site 85 de préfabrication et d'assemblage en eaux peu profondes des principaux constituants de l'éolienne jusqu'à la verticale du point cible, à l'aide d'un navire (non représenté), le pylône étant en configuration ramassée, et l'embase étant immergée,
- 30 - on remplit l'embase principale 2 à l'eau de mer 83, et l'éolienne est posée sur le fond 84,
- on remplit partiellement les flotteurs 5a, 5b à l'eau de mer,
- on remplit l'embase 2 à l'aide de lest, par exemple du minerai de fer ou du sable prélevé à proximité du site,
- 35 - on détache les flotteurs additionnels 5a, 5b de l'embase 2.

Sur la figure 2, l'embase 2 est représentée pleine de lest, le flotteur 5b est ballasté,

alors que le flotteur 5a (non représenté), lui aussi rempli d'eau de mer, a été décroché et récupéré pour l'installation d'une autre éolienne (non représentée).

La figure 3 représente l'éolienne installée en mer, en configuration finale après que la partie télescopique (supérieure) du pylône ait été déployée au moyen des treuils 9 associés à des câbles de levage non représentés. Les deux parties du pylône ont été rendues solidaires par boulonnage ou par soudage, de manière à créer une continuité du pylône par encastrement. Après déploiement du pylône, les treuils de levage 9 peuvent être démontés et descendus vers un navire de travail 11 au moyen d'une bigue 10 installée (à terre) sur la partie basse du pylône.

Les figures 4 à 7 illustrent des variantes de réalisation des moyens de déploiement du pylône télescopique par poussée hydraulique et/ou traction par câble, ainsi que des structures tubulaires des parties du pylône et de leurs moyens de guidage réciproques ; sur les figures 4, 5, 7, seules sont représentées une portion supérieure d'un tronçon inférieur de pylône et une portion inférieure d'un tronçon supérieur de pylône complémentaire dudit tronçon inférieur.

La figure 4 est une vue en coupe partielle d'une partie inférieure 3a de pylône, associée à une vue de côté d'une partie supérieure 3b du pylône, pendant la procédure de relevage de cette dernière partie qui est équipée à son sommet (non représenté) du moteur et du générateur de l'éolienne. Le demi-pylône supérieur 3b est équipé à sa partie inférieure d'une platine 15 transversale de forte rigidité solidaire d'une structure 16, tubulaire ou non, présentant une grande rigidité et comportant à sa périphérie, en partie basse et haute, des patins de frottement 17a-17b assurant le guidage de ladite structure 16 le long de la paroi interne du demi-pylône inférieur 3a. La longueur de ladite structure 16 de guidage est de préférence supérieure à 1.5 fois le diamètre moyen du demi-pylône inférieur, de manière à minimiser les efforts, au niveau des patins, engendrés par la flexion dans le pylône. Des treuils à tambour 9 ont été pré-installés à terre lors de la fabrication, sur la plateforme 8 solidarisée au demi-pylône inférieur 3a grâce à des renforts de structure 8a. Sur chacun des treuils est enroulé un câble 19 guidé par une poulie de renvoi 20, et dont une extrémité est fixée par une liaison 18 à la platine 15.

Une platine rigide 21 en forme de bride est soudée en tête du demi-pylône supérieur 3b ; elle présente un alésage central dont le diamètre est supérieur au diamètre du demi-pylône supérieur, et une série d'orifices 22 répartis, uniformément ou non, à sa périphérie intérieure. Ainsi, les câbles de levage 19 peuvent passer librement à travers ces trous, et lorsque les platines 15 et 22 sont en contact, en fin de phase de relevage de la partie supérieure 3b, elles sont fermement solidarisées entre elles à l'aide de boulons (non représentés) installés à travers les orifices percés dans la platine supérieure 21 et

d'orifices correspondants, non représentés, réalisés lors de la fabrication dans la platine inférieure 15. Les organes d'accrochage 18 jouent avantageusement le rôle de pige de centrage lors de la phase finale d'approche des deux dites brides par coulisement selon l'axe 82, ce qui a pour effet de mettre face à face les orifices respectifs des deux brides 15 et 21, facilitant ainsi le montage final verrouillant en position les deux parties du pylône.

Pour autoriser le passage des câbles entre les demi-pylônes supérieur et inférieur et pour rendre possible la mise en place des boulons de fixation des brides 15 et 21, un espace annulaire radial de l'ordre de 10 à 20cm est généralement nécessaire ; en conséquence, dans le cas de demi-pylônes 3a, 3b cylindriques de section circulaire, le demi-pylône inférieur 3a aura un diamètre interne supérieur de 20 à 40cm au moins, au diamètre externe du demi-pylône supérieur 3b.

Un système de guidage complémentaire est installé au-dessus de la plateforme 8, de manière à éviter le contact entre l'alésage interne de la bride 21 et la paroi externe du pylône 3b durant la phase de relevage ; il est constitué de plusieurs patins 26 ou rouleaux solidaires, par l'intermédiaire d'une structure à forte rigidité 25, de la plateforme 8 ou directement du demi-pylône 3a.

Les figures 5 et 6 illustrent , respectivement en coupe en vue de côté et en section transversale, le cas d'un demi-pylône inférieur 3a de forme conique. Le guidage pour le coulisement mutuel des parties 3a, 3b du pylône est alors assuré par des patins 17a - 17b solidaires de la structure 16 et collaborant avec des profilés rectilignes 30 solidaires de la paroi interne 86 du demi-pylône 3a ; les profilés 30 s'étendent parallèlement à l'axe 82 reconstituant ainsi l'équivalent d'un guidage cylindrique. Sur la vue en coupe 6, les quatre patins 17 sont en forme de U de manière à empêcher la rotation du demi-pylône supérieur à l'intérieur du demi-pylône inférieur, et de manière à toujours rester en face des profilés correspondants 30.

Représentés au nombre de quatre sur la figure 6, les quatre profilés 30 sont avantageusement remplacés par un seul tube dont l'axe coïncide avec l'axe du cône et s'étendant depuis le bas du demi-pylône inférieur, jusqu'à la platine supérieure 21. Ledit tube est solidaire du demi-pylône 3a, de préférence à intervalles réguliers, de manière à donner à l'ensemble une géométrie et une rigidité optimales.

Sur la figure 5 le relevage est réalisé à l'aide de treuils linéaires pas à pas 9 constitués de vérins hydrauliques à axe traversant. De tels vérins sont alimentés par une centrale hydraulique (non représentée) au niveau de l'orifice 31 et sont utilisés de manière courante dans le levage d'ouvrages d'art, tels des tabliers de ponts. Etant connus de l'homme de l'art, ils ne seront pas développés plus en détail ici. Le câble 19a,

19b traversant le treuil linéaire 9 est tendu en dessous dudit treuil, le brin supérieur 19b étant lâche, est simplement relié au sommet du demi-pylône supérieur 3b, au niveau de l'éolienne (non représentée). Les vérins étant extrêmement compacts, leur démontage en fin d'installation, ainsi que la récupération des câbles de levage sont facilités d'autant.

5 La figure 7 représente l'opération de levage réalisée en utilisant le demi-pylône inférieur 3a comme corps de vérin et la structure rigide de guidage 16 du demi-pylône supérieur 3b comme piston. Un joint 40 à lèvres larges assure l'étanchéité entre le piston 16 et la paroi interne 41 du demi-pylône inférieur 3a. En pompant de l'eau de mer depuis le bas de l'embase dans la cavité 87 délimitée par le pied du demi-pylône inférieur 3a, 10 que l'on aura muni d'un fond parfaitement étanche, on relève aisément l'ensemble du demi-pylône supérieur 3b équipé de l'éolienne en tête. La pression nécessaire à ce relevage est faible, car la section des demi-pylônes est importante. Les pompes d'incendie existant à bord d'un navire d'intervention (tel que 11 figure 3) donnent une pression de 0.8 à 1 MPa, ce qui est suffisant pour effectuer l'opération complète de 15 relevage du demi-pylône supérieur ; selon le débit refoulé par cette pompe, le déploiement peut ainsi être effectué en deux ou trois heures.

A titre d'exemple, dans la configuration d'éolienne décrite précédemment, l'ensemble mobile incluant le demi-pylône supérieur nécessite une pression de 0,25 MPa au niveau du piston pour effectuer le relevage.

20 Les figures 8, 9 et 10 illustrent l'utilisation de la poussée d'Archimède pour effectuer de manière simplifiée une partie du relevage de la superstructure 3b, 4 de l'éolienne 1.

Dans les trois figures, l'éolienne est représentée en vue de côté au-dessus du plan AA-BB, et est représentée en coupe en dessous dudit plan.

25 Lors du transport et de l'installation, la cavité tubulaire délimitée par les parois du demi-pylône inférieur 3a est vide d'eau, et l'extrémité inférieure du demi-pylône supérieur 3b repose sur le fond étanche 88 du corps tubulaire du demi-pylône inférieur 3a. Le demi-pylône supérieur a été rendu étanche de manière à ce que l'eau ne pénètre pas à l'intérieur ; de la même manière, la structure de guidage est étanche. Aucun joint d'étanchéité, tel le joint 40 (figure 7), n'est installé en bas de ladite structure 16 de 30 guidage et les patins de guidage 17a-17b laissent passer l'eau. Dès que l'on remplit d'eau de mer la cavité (telle que 87 figure 7) délimitée par le demi-pylône inférieur, la poussée d'Archimède s'applique sur la portion inférieure mouillée du demi-pylône supérieur et de la structure 16 de guidage, et a pour conséquence d'effectuer le relevage de la partie supérieure 3b, dès lors que la poussée verticale dirigée vers le haut, est 35 supérieure au poids propre de l'ensemble mobile, auquel s'ajoutent les efforts de frottement dans la structure.

A cet effet, comme illustré figure 8, on met en communication par un orifice 50 prévu dans la paroi délimitant la cavité tubulaire 87 du demi-pylône inférieur 3a, au moyen d'une vanne non représentée, la mer avec l'intérieur du demi-pylône inférieur 3a. La partie hachurée 51-52 représente le volume mouillé provoquant la poussée d'Archimède, dont la résultante est repérée F.

Lorsque la force F est supérieure à la force P dirigée vers le bas et correspondant à l'ensemble constitué du poids propre du demi-pylône supérieur, de l'éolienne 4 et des frottements, il en résulte un soulèvement général dudit ensemble, jusqu'à ce que la force F dirigée vers le haut s'équilibre avec la force P dirigée vers le bas, comme représenté sur la figure 9.

Si l'on continue à remplir le demi-pylône inférieur 3a à l'aide, par exemple, d'une pompe du réseau d'incendie du navire d'intervention 11, connectée à l'orifice 50, jusqu'à atteindre le niveau de la plate-forme 8 au niveau du plan BB, l'ensemble s'équilibre comme représenté sur la figure 10.

En utilisant ainsi la poussée d'Archimède, une grande partie de l'opération de relevage est effectuée de manière simple et rapide. La fin du relevage est alors, par exemple, effectuée au moyen des treuils à câble, linéaire ou à tambour, sur une distance très limitée.

En remplaçant l'eau de mer par un produit plus dense, par exemple une boue constituée par de la baryte en suspension dans l'eau, on obtient un composé fluide dont la densité peut atteindre 2.5 à 3 par rapport à l'eau de mer, le niveau de relevage atteint sera alors sensiblement dans le même rapport.

A titre d'exemple, dans la configuration d'éolienne décrite précédemment pour expliciter le p-a, l'ensemble mobile du demi-pylône supérieur 3b et de l'éolienne 4 remontent, sous l'effet de la poussée d'Archimède, de 5 m dans le cas de la figure 9 et de 30 m dans le cas de la figure 10.

Si le remplissage du demi-pylône inférieur est effectué avec un béton, un mortier ou du coulis de ciment, la résistance du mât à la houle est sensiblement améliorée après la prise du ciment.

La figure 11 représente une variante de l'embase gravitaire, comportant des renforts 60 dans la partie inférieure du pylône. Une échelle d'accès 61 relie la surface de l'eau à la plateforme 8 d'assemblage, au niveau de laquelle se trouve la porte d'accès 62. La partie inférieure du pylône peut être ballastée avec des granulats lourds pour augmenter la stabilité de l'ensemble ; alternativement lorsque ce volume est seulement rempli d'eau de mer, on peut ajouter des additifs anticorrosion de manière à éviter toute dégradation dans le temps de la structure, et ce, pendant toute la durée de vie de

l'éolienne, laquelle peut atteindre et dépasser 20 années.

La figure 12 représente en vue de côté une éolienne et en vue de coupe son embase gravitaire munie d'un élément de flottabilité complémentaire provisoire constitué d'un batardeau 100 préinstallé lors de la fabrication sur l'embase 2, la liaison entre ledit  
5 batardeau et ladite embase étant étanche en 101. Cette flottabilité complémentaire fournit pendant toute la phase de remorquage une stabilité accrue et permet d'effectuer l'opération d'installation sur site par ballastage de l'embase dans les meilleures conditions de sécurité.

La figure 13 représente ladite embase en fin d'installation, après ballastage complet  
10 de l'embase et remplissage partiel 102 dudit batardeau.

Pour assurer la stabilité du batardeau lorsqu'il est soumis à la houle et au courant lors du remorquage et lors du ballastage, la partie supérieure du batardeau est avantageusement renforcée par des poutres 103 reliant le bord dudit batardeau au fût du mât 3, au niveau d'une zone renforcée 104 dudit mât. Dans le cas de batardeaux de  
15 grande hauteur, on rajoutera avantageusement des poutres de renfort similaires à des niveaux intermédiaires, par exemple à 5m et à 10m de l'embase, dans le cas d'un batardeau de 15m de hauteur totale.

Ledit batardeau 100 est avantageusement réalisé par assemblage de plusieurs secteurs circulaires, par exemple six, huit ou douze secteurs, de manière à faciliter leur  
20 démontage après installation définitive de l'éolienne. Lors de la mise en place du batardeau sur l'embase 2, on aura pris soin d'assembler lesdits secteurs selon leur génératrice verticale de manière parfaitement étanche pour éviter les fuites éventuelles et ainsi conserver la meilleure flottabilité pendant les phases de remorquage et d'installation.

La présente invention a été décrite principalement dans le cadre d'une éolienne  
25 offshore, mais le pylône réalisé en deux tronçons télescopiques présente un avantage considérable dans l'installation des éoliennes conventionnelles à terre, car les engins de levage nécessaires seront beaucoup moins puissants du simple fait que la hauteur maximale de travail sera sensiblement divisée par deux et que la charge la plus importante à manutentionner est en général la génératrice proprement dite, associée à  
30 son moyeu et aux pales.

La présente invention a été décrite sur la base de deux tronçons de pylône télescopique, mais dans certains cas, on considèrera avantageusement trois tronçons ou plus, lesdits tronçons se télescopant l'un l'autre, de manière successive.

La présente invention a été décrite sur la base de la production d'électricité, mais on  
35 reste dans l'esprit de l'invention dès lors que l'on cherche à convertir l'énergie du vent en tout type d'énergie, par exemple en comprimant un gaz ou un fluide en vue de l'exporter

ou de le transformer sur place, ou encore en électrolysant de l'eau pour produire de l'hydrogène et de l'oxygène.



## REVENDICATIONS

1. Eolienne (1) comportant un moteur à vent (4b, 4c) et un support ou pylône déployable supportant le moteur, caractérisée en ce qu'elle comprend une embase (2) gravitaire supportant le support ou pylône.
- 5 2. Eolienne selon la revendication 1, dans laquelle l'embase gravitaire est creuse, étanche et compartimentée, et en partie au moins réalisée en béton.
3. Eolienne selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle l'embase comporte des moyens de liaison avec des moyens (5a, 5b, 100) de flottaison.
4. Eolienne selon la revendication 3, dans laquelle l'embase comporte des  
10 moyens de liaison étanche (101) avec un batardeau (100) surmontant l'embase.
5. Eolienne selon la revendication 4 dans laquelle le batardeau est relié au support ou pylône par des moyens (103) de liaison tels que des poutres.
6. Eolienne selon la revendication 4 ou 5 dans laquelle le batardeau comporte plusieurs parties ou secteurs assemblé(e)s entre eux (elles) de façon étanche.
- 15 7. Eolienne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 comportant en outre des moyens de verrouillage du support ou pylône en position déployée.
8. Eolienne selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 dans laquelle l'embase (2) est immergée à une profondeur au moins égale à 10 mètres.
9. Eolienne selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 comportant un  
20 moteur à vent associé à un générateur électrique (4a) dont la puissance est située dans une plage allant de 100 kW à 10 MW.
10. Eolienne selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 comportant un moteur à vent dont l'axe est sensiblement horizontal.
11. Eolienne selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 dans laquelle  
25 l'embase (2) gravitaire contient un lest (7) et repose sur le fond (84) des eaux, et dont le sommet (93) de la partie inférieure du pylône est émergé.
12. Eolienne selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 dans laquelle le support ou pylône déployable comporte au moins deux parties (3a, 3b) mobiles l'une par

rapport à l'autre entre une configuration ramassée et une configuration déployée, de sorte qu'il est télescopique.

13. Eolienne selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 dans laquelle le support ou pylône comporte une partie inférieure (3a) de forme allongée et une partie supérieure (3b) de forme allongée, lesdites parties inférieures et supérieures étant montées coulissantes l'une par rapport à l'autre et en partie au moins emboîtées l'une dans l'autre, et qui comporte en outre des moyens d'érection du support ou pylône.

14. Eolienne selon la revendication 13, dans laquelle lesdits moyens d'érection comportent des moyens de traction comportant un lien (19) déformable tel qu'un câble, des moyens (18) de solidarisation d'une extrémité du lien à une première des parties mobiles du support ou pylône, ainsi que des moyens (9, 20) de guidage, d'appui, de traction et/ou d'enroulement dudit lien, qui sont solidaires d'une deuxième desdites parties mobiles du support ou pylône.

15. Eolienne selon la revendication 13 ou 14, dans laquelle lesdits moyens d'érection comportent des moyens de poussée ou de traction hydraulique.

16. Eolienne l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans laquelle une partie inférieure (3a) du support ou pylône comporte un premier corps tubulaire étanche obturé par une première paroi (88) étanche à l'intérieur duquel peut coulisser une portion inférieure d'une partie supérieure (3b) du support ou pylône.

17. Eolienne selon la revendication 16, dans laquelle ladite partie supérieure (3b) du support ou pylône comporte un deuxième corps tubulaire étanche obturé par une deuxième paroi étanche (15), et dans lequel ledit premier corps est muni de moyens (50) d'introduction d'un fluide ou d'une pâte dans une cavité (87) allongée délimitée par ce premier corps, et qui comporte en outre des moyens (40) d'étanchéité adaptés pour empêcher ou limiter une fuite d'un fluide moteur introduit dans ladite cavité par passage entre lesdits premier et deuxième corps.

18. Procédé de construction d'une éolienne (1) comportant un moteur à vent (4b, 4c) et de préférence un générateur (4a), un support ou pylône déployable supportant le moteur et, le cas échéant, le générateur, et une embase (2) supportant le support ou pylône, qui comporte successivement les opérations suivantes :

- on construit l'embase,
- on solidarise une partie inférieure (3a) du support ou pylône à l'embase,

- on emboîte au moins une partie supérieure (3b) du support ou pylône supportant le moteur et/ou le générateur dans ladite partie inférieure de façon à ce que le support ou pylône présente une configuration ramassée, puis :

5    - on déplace l'embase et le support ou pylône jusqu'à atteindre un site d'installation de l'éolienne, puis :

- on installe l'embase en position définitive,

- on déploie le support ou pylône en utilisant des moyens d'érection solidaires et/ou en partie au moins incorporés à l'éolienne et en particulier au support ou pylône.

10    19.    Procédé selon la revendication 18, dans lequel le déplacement de l'embase solidaire du support ou pylône s'effectue en partie au moins par voie maritime, par poussée ou traction de l'embase qui est en partie au moins immergée.

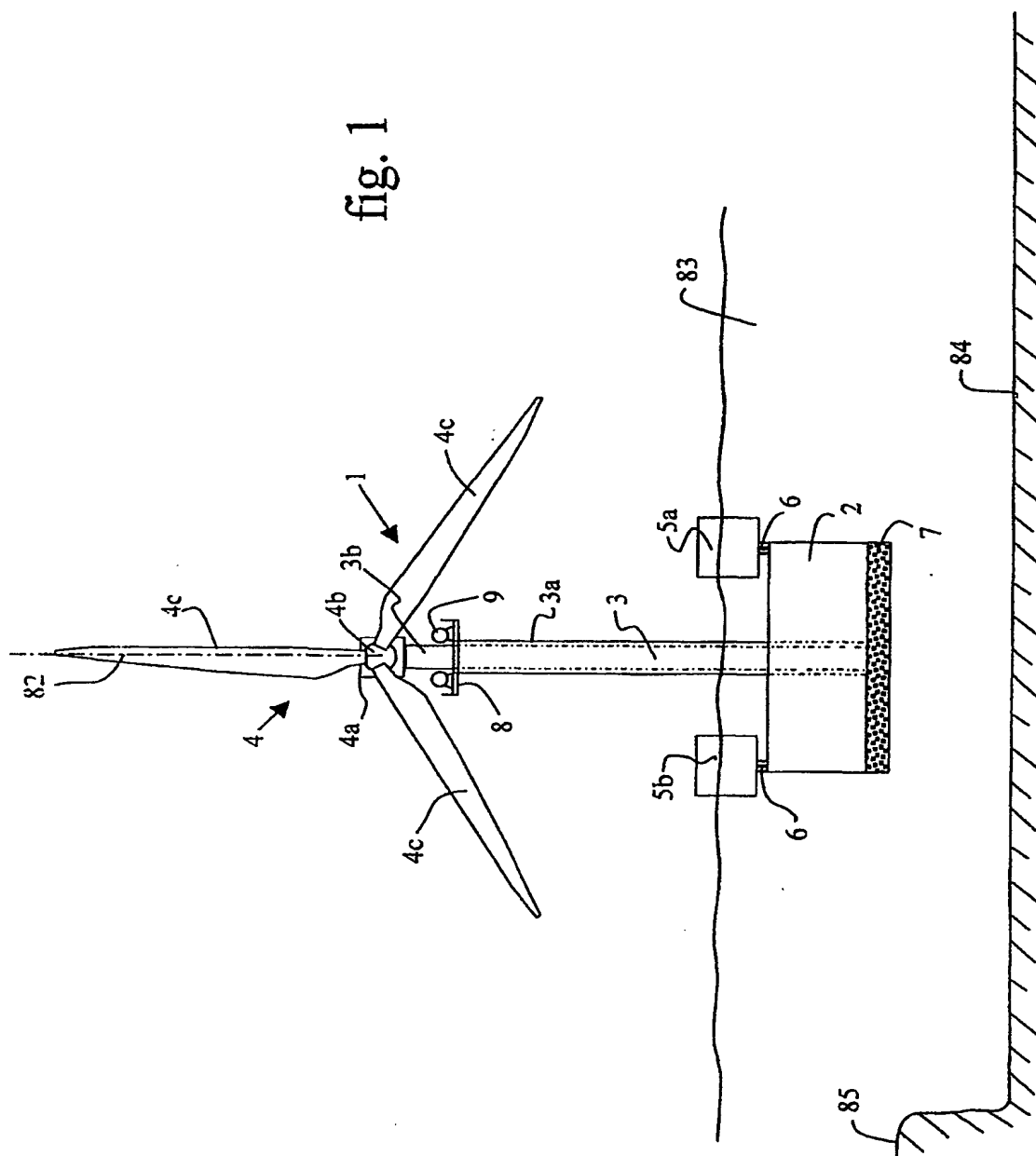
15    20.    Procédé selon la revendication 19 dans lequel on utilise des flotteurs (5a, 5b) ou batardeaux (100) solidaires de l'embase et/ou du support ou pylône, qui contribuent à la flottabilité de l'ensemble et qui sont en partie au moins désolidarisés de l'éolienne, une fois celle-ci en place.

20    21.    Procédé selon l'une quelconque des revendications 18 à 20, dans lequel, lorsque l'embase solidaire du support ou pylône a été déplacée jusqu'à la verticale du site d'implantation de l'éolienne, on provoque une diminution de la flottabilité de l'ensemble de façon à immerger l'embase et une partie au moins de la partie inférieure du support ou pylône, et on déploie le support ou pylône en exerçant une traction et/ou une poussée entre lesdites parties inférieure et supérieure du support ou pylône.

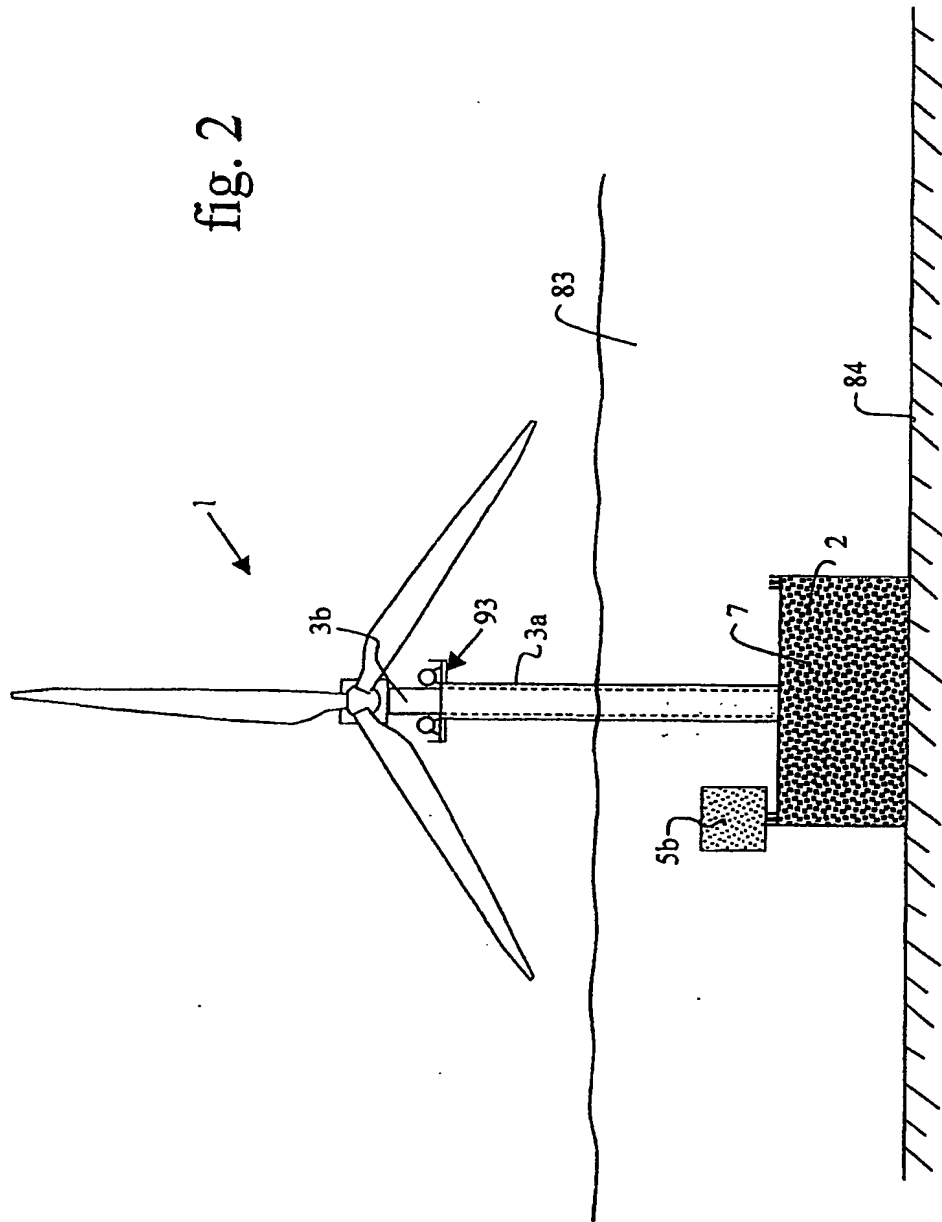
22.    Utilisation d'une composition fluide ou pâteuse pour déployer le support ou pylône déployable d'une éolienne, en particulier une éolienne selon l'une quelconque des revendications 1 à 17.

25    23.    Utilisation selon la revendication 22 dans laquelle ladite composition est choisie parmi le groupe de compositions consistant en une composition comportant de l'eau de mer, une composition comportant du ciment, une composition comportant de la baryte, et dans laquelle ladite composition est introduite sous pression dans ledit support ou pylône d'éolienne.

fig. 1

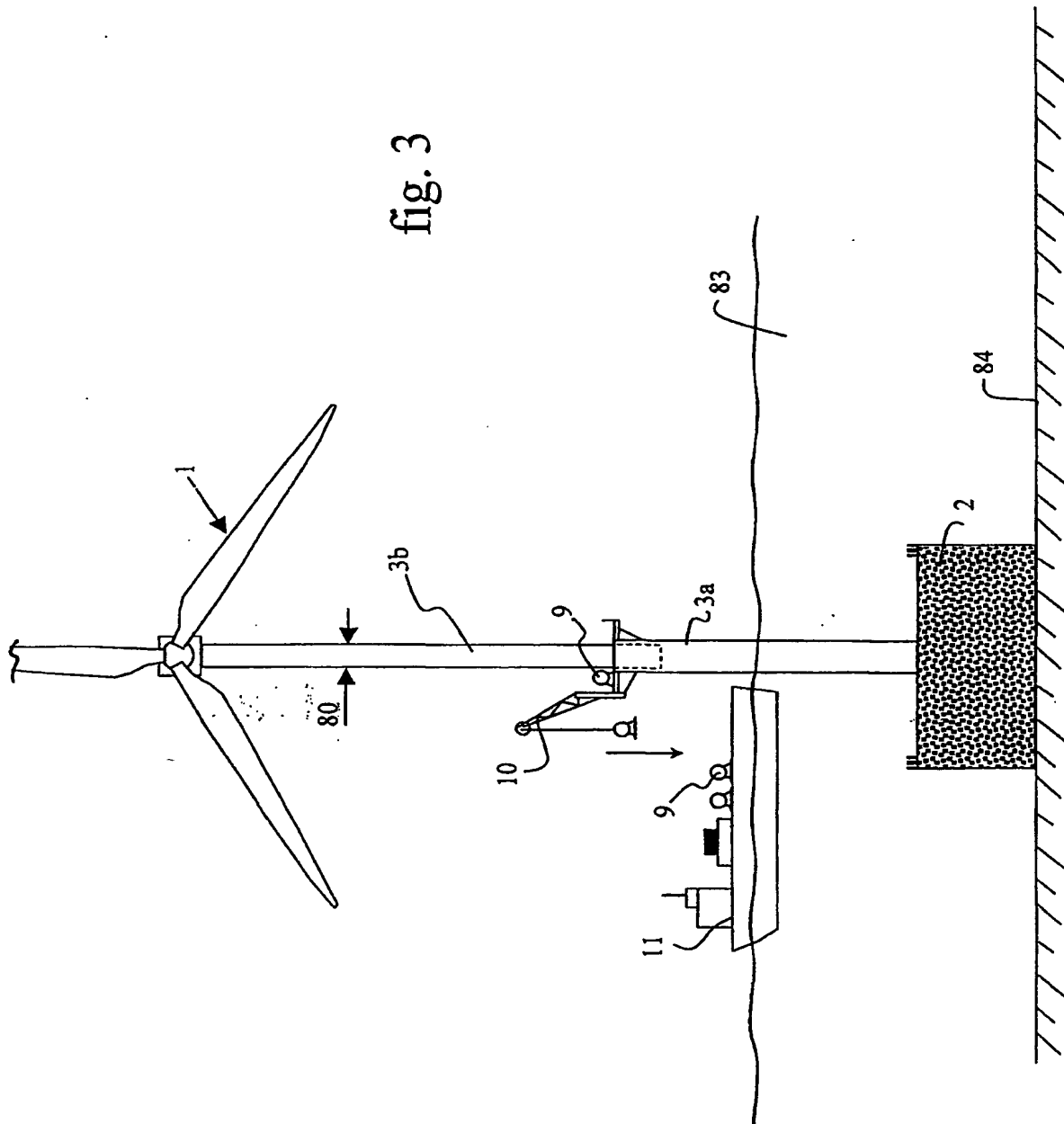


2/8

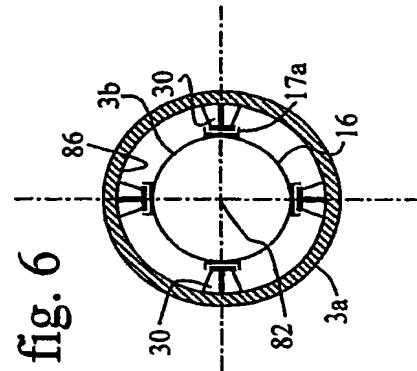
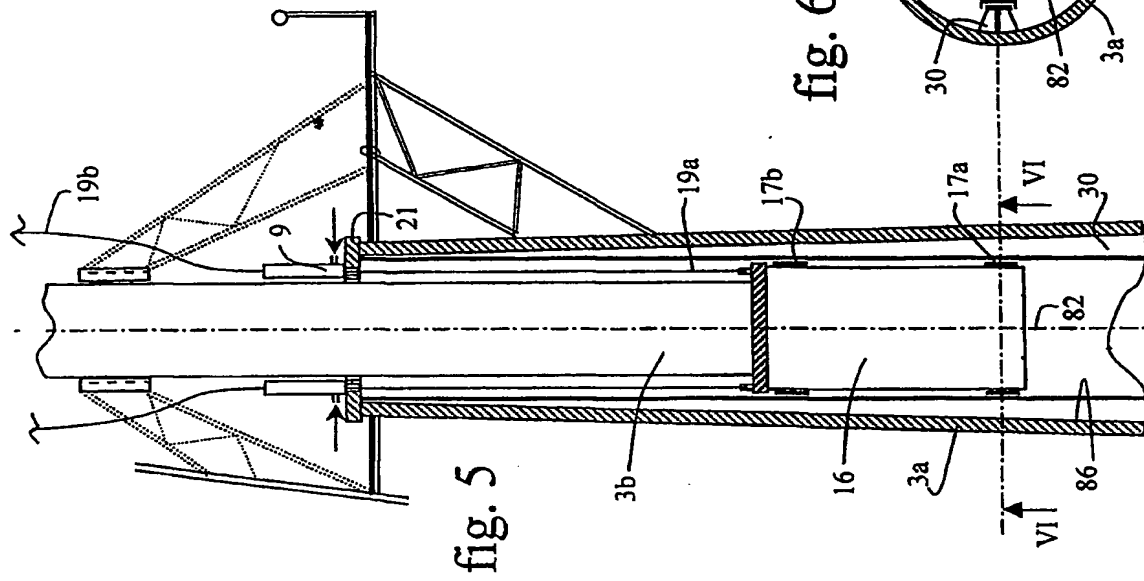
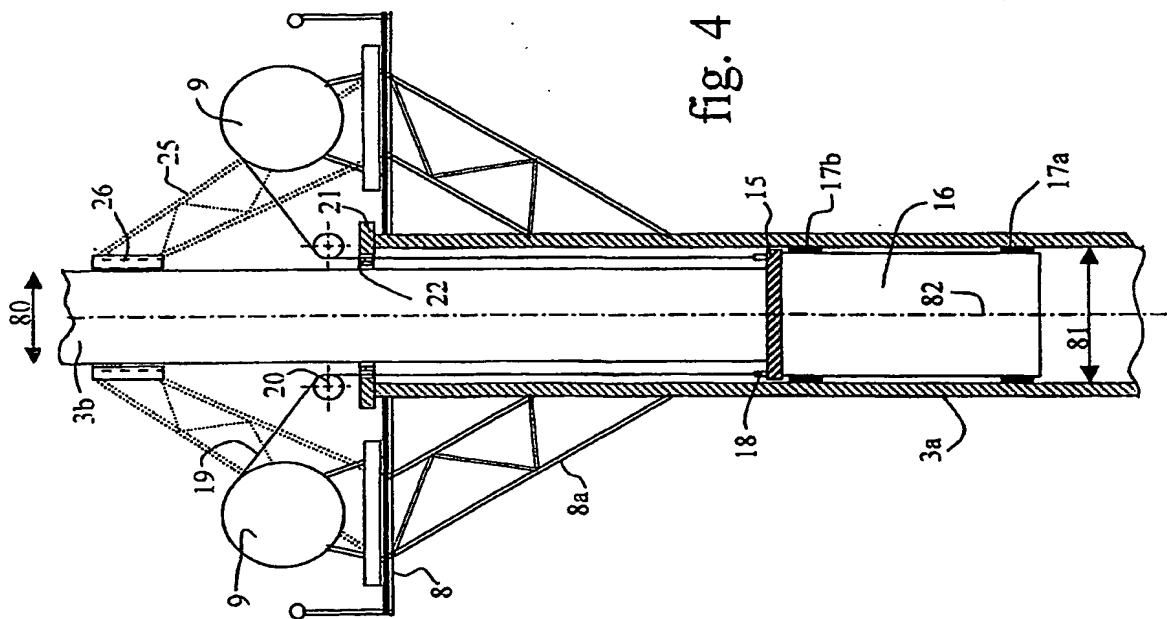


3/8

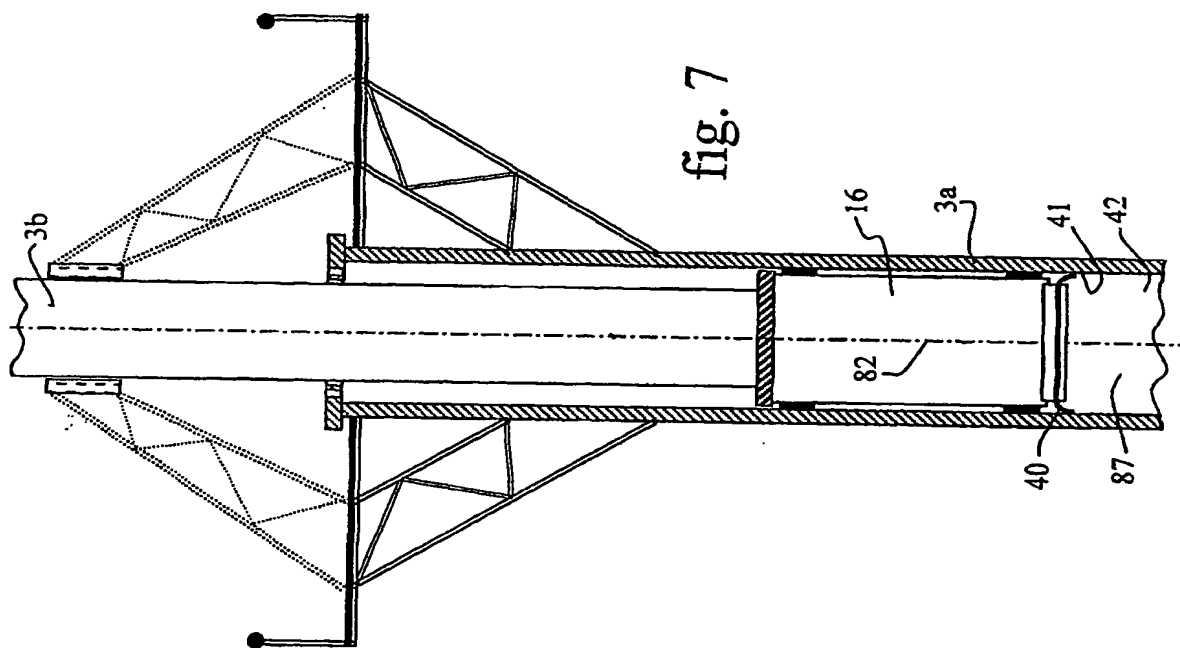
fig. 3



4/8



5/8





6/8

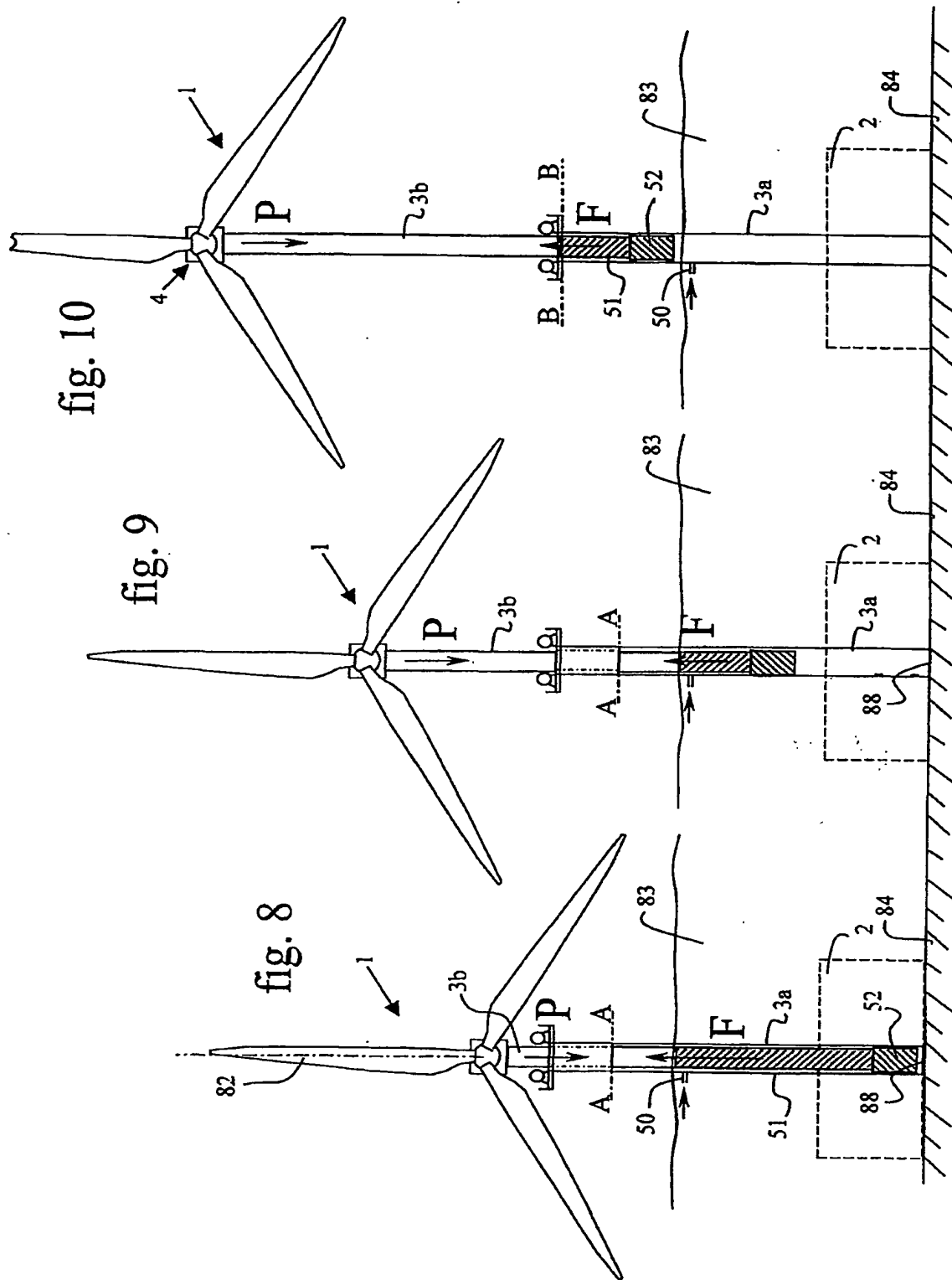
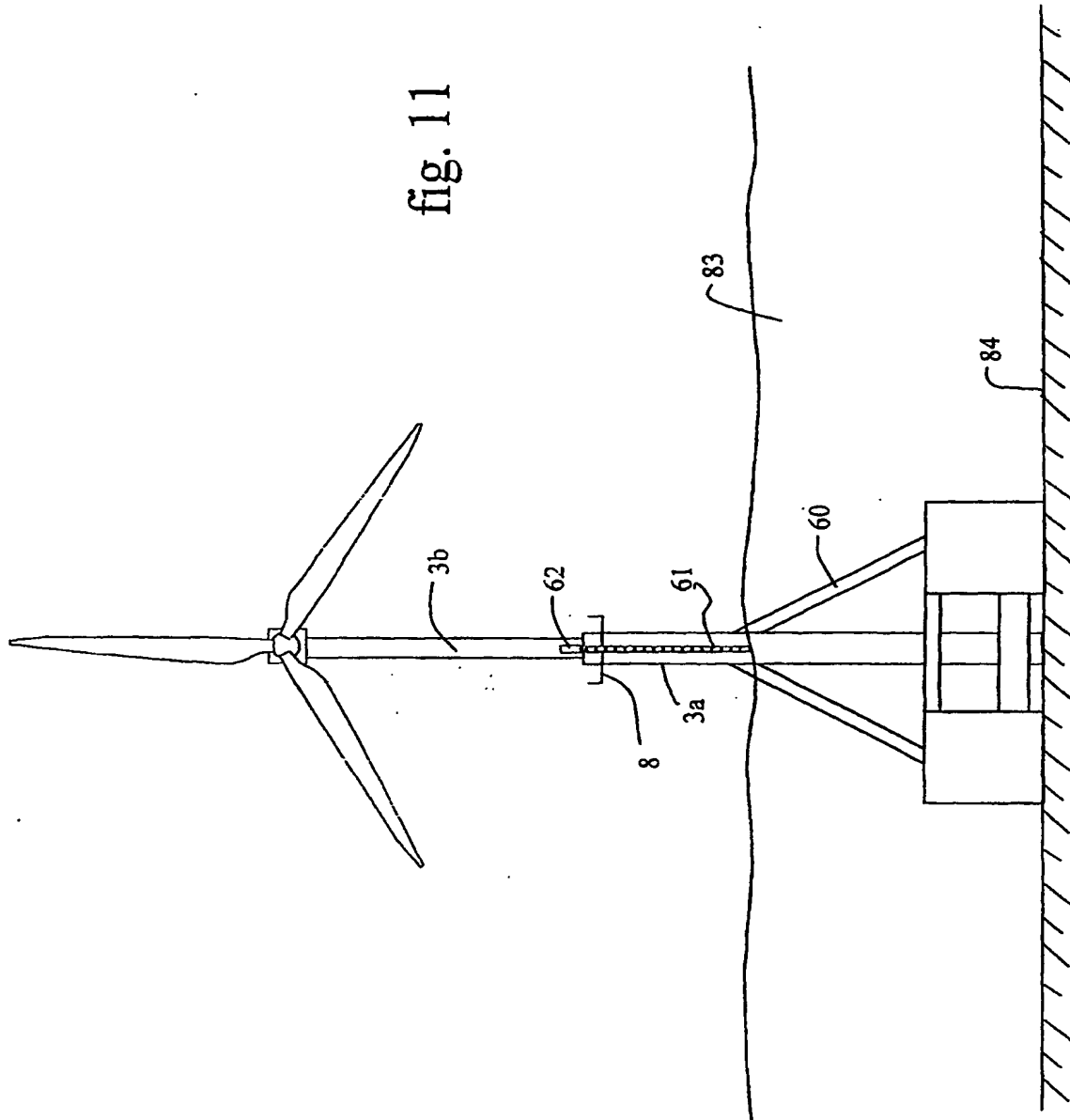
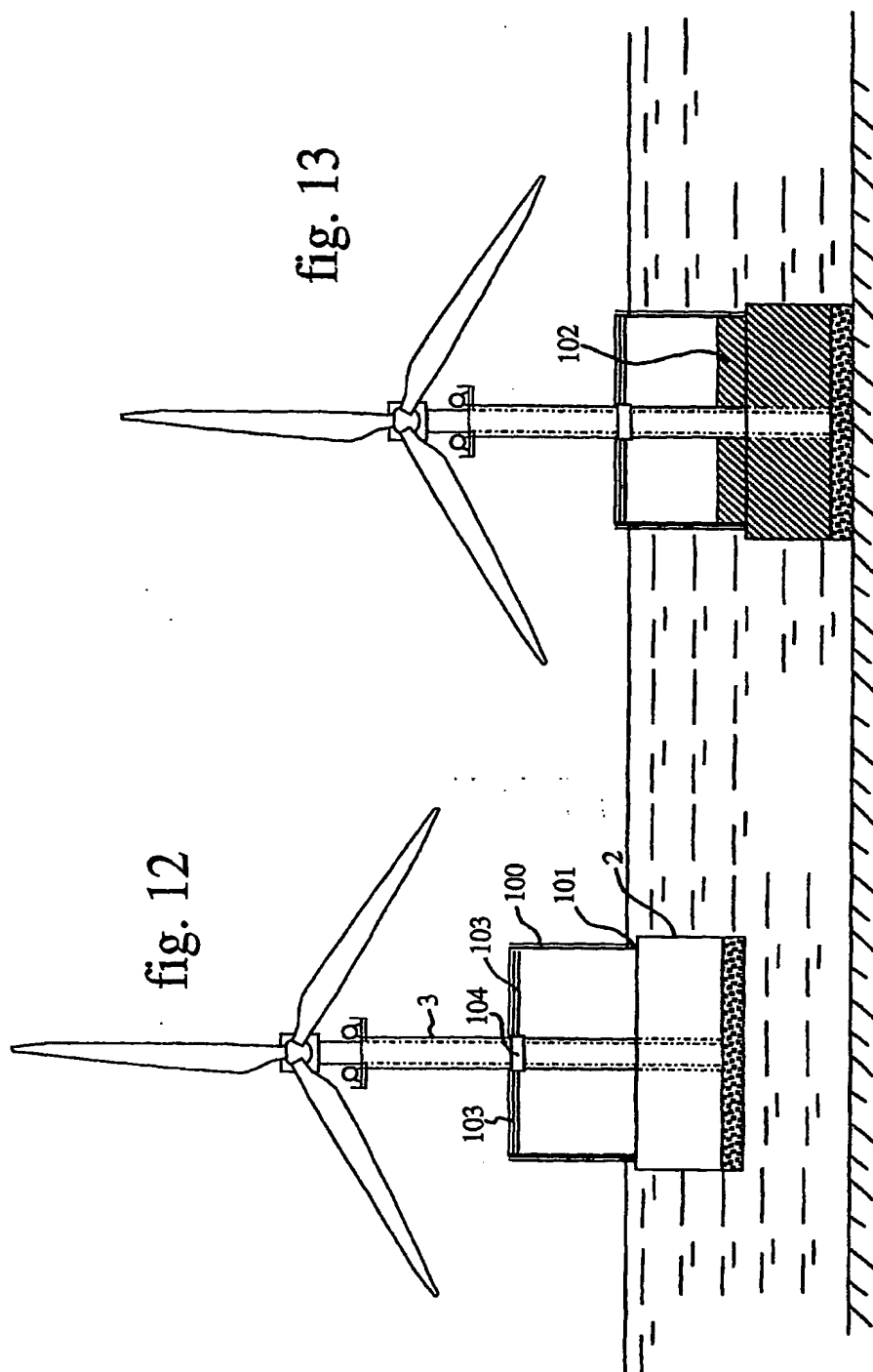


fig. 11



8/8



A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F03D11/04 F03D1/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F03D E04H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 736 454 C (W. TEUBERT) 17 June 1943 (1943-06-17) the whole document	1,2
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 16, 8 May 2001 (2001-05-08) & JP 2001 020849 A (HITACHI ZOKEN CORP), 23 January 2001 (2001-01-23) abstract	1-23
Y	WO 01 34977 A (RINTA JOUPPI YRJOE) 17 May 2001 (2001-05-17) abstract page 3, line 23 -page 4, line 6 page 4, line 34 -page 5, line 5; figures -/-	1-23

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 October 2002

Date of mailing of the international search report

15/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Criado Jimenez, F

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 225 365 A (NORWEGIAN CONTRACTORS) 30 May 1990 (1990-05-30) abstract page 3-5; figures ----	2,6,7
A	GB 2 327 449 A (KVAERNER OIL & GAS LTD) 27 January 1999 (1999-01-27) page 4, line 25 -page 5, line 10; figures 7-14 ----	19-22
Y	US 2 177 801 A (ARNOLD ERREN RUDOLF) 31 October 1939 (1939-10-31) the whole document ----	12,13, 15-17
Y	US 4 456 402 A (BOON BART) 26 June 1984 (1984-06-26) abstract column 2, line 26 - line 38 ----	23
A	KERR D: "SUPPORT STRUCTURES FOR AN OFFSHORE ARRAY OF VERTICAL AXIS WIND TURBINES -A DESIGN STUDY" WIND ENGINEERING, BRENTWOOD, GB, vol. 10, no. 1, 1986, pages 47-61, XP001014352 ISSN: 0309-524X page 55 ----	8,11,23
A	FR 2 525 266 A (LERC LAB ETUDES RECH CHIM) 21 October 1983 (1983-10-21) page 1, line 37 -page 4, line 36; figures ----	7,14
A	US 3 958 376 A (CAMPBELL PRESTON M) 25 May 1976 (1976-05-25) claim 6; figures ----	12-15
A	US 5 333 422 A (WARREN JOHN L ET AL) 2 August 1994 (1994-08-02) claims 5,9 ----	12-15
P,X	GB 2 365 905 A (OCEAN TECHNOLOGIES LTD) 27 February 2002 (2002-02-27) abstract; figures ----	1-3
P,X	FR 2 818 327 A (INST FRANCAIS DU PETROL) 21 June 2002 (2002-06-21) abstract; figures -----	1-3

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 736454	C	17-06-1943	NONE	
JP 2001020849	A	23-01-2001	NONE	
WO 0134977	A	17-05-2001	FI 107184 B1 AU 1150801 A EP 1228310 A1 WO 0134977 A1	15-06-2001 06-06-2001 07-08-2002 17-05-2001
GB 2225365	A	30-05-1990	NO 885078 A	16-05-1990
GB 2327449	A	27-01-1999	NONE	
US 2177801	A	31-10-1939	NONE	
US 4456402	A	26-06-1984	NL 7906710 A DE 3066286 D1 EP 0025618 A1 JP 56046018 A	10-03-1981 01-03-1984 25-03-1981 27-04-1981
FR 2525266	A	21-10-1983	FR 2525266 A1	21-10-1983
US 3958376	A	25-05-1976	NONE	
US 5333422	A	02-08-1994	NONE	
GB 2365905	A	27-02-2002	NONE	
FR 2818327	A	21-06-2002	FR 2818327 A1	21-06-2002

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 F03D11/04 F03D1/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 F03D E04H

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

PAJ, EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 736 454 C (W. TEUBERT) 17 juin 1943 (1943-06-17) le document en entier	1,2
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 16, 8 mai 2001 (2001-05-08) & JP 2001 020849 A (HITACHI ZOSEN CORP), 23 janvier 2001 (2001-01-23) abrégé	1-23
Y	WO 01 34977 A (RINTA JOUPPI YRJOE) 17 mai 2001 (2001-05-17) abrégé page 3, ligne 23 -page 4, ligne 6 page 4, ligne 34 -page 5, ligne 5; figures -/-	1-23

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

\*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

\*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

\*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

\*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

\*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 octobre 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

15/10/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax. (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Criado Jimenez, F

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	GB 2 225 365 A (NORWEGIAN CONTRACTORS) 30 mai 1990 (1990-05-30) abrégé page 3-5; figures	2,6,7
A	GB 2 327 449 A (KVAERNER OIL & GAS LTD) 27 janvier 1999 (1999-01-27) page 4, ligne 25 -page 5, ligne 10; figures 7-14	19-22
Y	US 2 177 801 A (ARNOLD ERREN RUDOLF) 31 octobre 1939 (1939-10-31) le document en entier	12,13, 15-17
Y	US 4 456 402 A (BOON BART) 26 juin 1984 (1984-06-26) abrégé colonne 2, ligne 26 - ligne 38	23
A	KERR D: "SUPPORT STRUCTURES FOR AN OFFSHORE ARRAY OF VERTICAL AXIS WIND TURBINES -A DESIGN STUDY" WIND ENGINEERING, BRENTWOOD, GB, vol. 10, no. 1, 1986, pages 47-61, XP001014352 ISSN: 0309-524X page 55	8,11,23
A	FR 2 525 266 A (LERC LAB ETUDES RECH CHIM) 21 octobre 1983 (1983-10-21) page 1, ligne 37 -page 4, ligne 36; figures	7,14
A	US 3 958 376 A (CAMPBELL PRESTON M) 25 mai 1976 (1976-05-25) revendication 6; figures	12-15
A	US 5 333 422 A (WARREN JOHN L ET AL) 2 août 1994 (1994-08-02) revendications 5,9	12-15
P,X	GB 2 365 905 A (OCEAN TECHNOLOGIES LTD) 27 février 2002 (2002-02-27) abrégé; figures	1-3
P,X	FR 2 818 327 A (INST FRANCAIS DU PETROL) 21 juin 2002 (2002-06-21) abrégé; figures	1-3



Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 736454	C	17-06-1943	AUCUN	
JP 2001020849	A	23-01-2001	AUCUN	
WO 0134977	A	17-05-2001	FI 107184 B1 AU 1150801 A EP 1228310 A1 WO 0134977 A1	15-06-2001 06-06-2001 07-08-2002 17-05-2001
GB 2225365	A	30-05-1990	NO 885078 A	16-05-1990
GB 2327449	A	27-01-1999	AUCUN	
US 2177801	A	31-10-1939	AUCUN	
US 4456402	A	26-06-1984	NL 7906710 A DE 3066286 D1 EP 0025618 A1 JP 56046018 A	10-03-1981 01-03-1984 25-03-1981 27-04-1981
FR 2525266	A	21-10-1983	FR 2525266 A1	21-10-1983
US 3958376	A	25-05-1976	AUCUN	
US 5333422	A	02-08-1994	AUCUN	
GB 2365905	A	27-02-2002	AUCUN	
FR 2818327	A	21-06-2002	FR 2818327 A1	21-06-2002